

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS ARBUSCULARES Y LA REDUCCIÓN DEL FERTILIZANTE MINERAL EN PLÁNTULAS DE TABACO

Influence the application of arbuscular mycorrhiza and the reduction of mineral fertilizer in tobacco seedlings

Yoanna Cruz Hernández ✉, Milagro García Rubido, Yarelis León González y Yenssi Acosta Aguiar

ABSTRACT. At Tobacco Experiment Station in San Juan y Martínez, Pinar del Río an investigation was developed during crop season 2009-2010 y 2010-2011 with the objective of determining the influence of the mycorrhizas and the reduction of the mineral fertilizer in the nurseries. A random blocks design was used, with 15 treatments and four repetitions. The results demonstrated that when applying 75 % of mineral fertilizer + 0,50 kg of HMA.m⁻² are possible to obtain a production with same yield and quality that when applying 100 % of mineral fertilizer, with a positive economic and environmental effect, for the effectiveness of the mycorrhization in the seedlings.

Key words: seedbed, inoculation, biofertilizers

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos del suelo desempeñan un papel importante en el contexto agrícola, debido a su decisiva contribución en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Estos permiten no solo la recuperación de suelos dañados, sino también la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales, además de su bajo costo de producción y la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (1).

Los hongos micorrízicos arbusculares constituyen vías alternativas para la nutrición de las plantas, al incrementar su crecimiento y desarrollo, con efectos positivos sobre los rendimientos de los cultivos (2).

La relación simbiótica que se establece entre los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las raíces de las plantas, promueve un mayor crecimiento y

RESUMEN. En la Estación Experimental del Tabaco, San Juan y Martínez, Pinar del Río se desarrolló una investigación durante las campañas tabacaleras 2009-2010 y 2010-2011 con el objetivo de determinar la influencia de la inoculación de micorrizas y la reducción del fertilizante mineral en la producción de plántulas en semilleros tradicionales. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 15 tratamientos y cuatro réplicas. Los resultados demostraron que al aplicar 75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻² se logra obtener una producción con igual rendimiento y calidad que al aplicar el 100 % de fertilizante mineral, con un efecto económico y ambiental positivo, debido a la efectividad de la micorrización en las plántulas.

Palabras clave: semillero, inoculación, biofertilizantes

nutrición mineral, los hongos se benefician con el suministro de fuentes carbonadas provenientes de la planta y esta, a su vez, por la mayor exploración del suelo a nivel de raíces facilitadas por los hongos, aumenta la capacidad de absorción de nutrientes minerales, lo que promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas (3), así como una mayor tolerancia de las plantas a patógenos del suelo (4).

Con la inoculación de micorrizas la fertilización se hace más eficiente, se reducen las dosis de fertilizantes a aplicar a las plantas micorrizadas y, de esta forma, se disminuyen los efectos de la contaminación de los suelos y las aguas^A. Por el interés en alcanzar el equilibrio ecológico la micorrización representa una práctica que debe ser incorporada dentro de los sistemas de agricultura sostenible (5).

Yoanna Cruz Hernández y Milagro García Rubido, Investigadores Agregados; M.Sc. Yarelis León González, Investigador Auxiliar; Yenssi Acosta Aguiar, Investigador Aspirante, Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, CP 23 200.

✉ yoanna@eetsj.co.cu

^ARuíz, L. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. [Tesis de Doctorado]. INCA, La Habana. 2001, 100 p.

Uno de los retos dentro de la agricultura, es garantizar un suministro adecuado de nutrientes para asegurar altos rendimientos (6). Asimismo se hace necesario evaluar la integración entre el empleo de la inoculación de micorrizas y las aplicaciones complementarias de fertilizante mineral, para establecer en los cultivos micorrizados eficientemente las menores necesidades de fertilizantes minerales (7), por lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la inoculación de micorrizas y la reducción del fertilizante mineral en la producción de plántulas de tabaco negro en semilleros tradicionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en semilleros tradicionales de la Estación Experimental del Tabaco, ubicada en la finca, "Vivero"; municipio San Juan y Martínez, provincia Pinar del Río, en los 22° 17' Longitud Norte y 83° 50' Latitud Oeste (8), durante las campañas tabacaleras 2009-2010 y 2010-2011, en un suelo Alftico de baja actividad arcillosa, según la nueva versión de la clasificación genética de suelos de Cuba (9).

Las semillas que se utilizaron fueron de la variedad "Corojo 99" a razón de 0.15 g.m⁻² de suelo, según lo establecido por el Instructivo Técnico (10).

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo bifactorial, cuatro réplicas y 15 tratamientos resultantes de la combinación de tres niveles de fertilizante mineral (414 g.m⁻², 310,50 g.m⁻² y 207 g.m⁻² de la fórmula 5-12- 6-3 que representa 100, 75 y 50 %) y cuatro niveles de biofertilizante (0,50 kg de HMA.m⁻²; 0,75 kg de HMA.m⁻²; 1,00 kg de HMA.m⁻² y 1,25 kg de HMA.m⁻²) de la cepa de micorrizas *Glomus cubense*.

Tratamientos

- 1-100 % de fertilizante mineral. (Testigo)
- 2-100 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻²
- 3-100 % de fertilizante mineral + 0,75 kg de HMA.m⁻²
- 4-100 % de fertilizante mineral +1,00 kg de HMA.m⁻²
- 5-100 % de fertilizante mineral + 1,25 kg de HMA.m⁻²
- 6- 75 % de fertilizante mineral
- 7- 75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻²
- 8- 75 % de fertilizante mineral + 0,75 kg de HMA.m⁻²
- 9- 75 % de fertilizante mineral + 1,00 kg de HMA.m⁻²
- 10- 75 % de fertilizante mineral + 1,25 kg de HMA.m⁻²
- 11- 50 % de fertilizante mineral
- 12- 50 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻²
- 13- 50 % de fertilizante mineral + 0,75 kg de HMA.m⁻²
- 14- 50 % de fertilizante mineral + 1,00 kg de HMA.m⁻²
- 15- 50 % de fertilizante mineral +1,25 kg de HMA.m⁻²

A los 42 días posteriores a la siembra se realizaron las siguientes observaciones a las plántulas: diámetro (mm) y longitud del tallo (cm), según metodología establecida (11); masa fresca y seca (g); área foliar (dm²) por el método gravimétrico en balanza analítica de precisión ± 0,1 mg; rendimiento de plántulas útiles/m² y frecuencia de la colonización micorrizógena, determinada según metodología establecida (12).

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y las diferencias entre las medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan, con una probabilidad del error menor e igual a 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla I muestra que todos los tratamientos alcanzan los valores óptimos de diámetro del tallo según lo establecido (10), excepto los tratamientos 11, 14 y 15.

Tabla I. Efecto de los tratamientos en algunos índices morfológicos de las plántulas

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)	Longitud del tallo (cm)	Área foliar (dm ²)
1- 100 % de fertilizante mineral (testigo)	3,80 a	12,86 f	4,90 ab
2- 100 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m ⁻²	3,35 bcd	12,82 f	4,10 cde
3- 100 % de fertilizante mineral + 0,75 kg HMA.m ⁻²	3,36 bcd	15,13 ab	4,02 de
4- 100 % de fertilizante mineral +1,00 kg de HMA.m ⁻²	3,51abc	15,09 abcd	4,68 bc
5- 100 % de fertilizante mineral + 1,25 kg de HMA.m ⁻²	3,27 bcde	14,03 bcde	3,93 e
6- 75 % de fertilizante mineral	3,36 bcd	14,06 bc	3,95 e
7- 75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m ⁻²	3,62 ab	15,28 a	5,34 a
8- 75 % de fertilizante mineral + 075 kg de HMA.m ⁻²	3,73 a	13,74 bcde	4,69 bc
9- 75 % de fertilizante mineral + 1,00 kg de HMA.m ⁻²	3,13 def	13,40 e	4,35 bcde
10- 75 % de fertilizante mineral + 1,25 kg de HMA.m ⁻²	3,19 cdef	13,60 cde	4,43 bcde
11- 50 % de fertilizante mineral	2,97 ef	13,85 bcde	4,65 bc
12- 50 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m ⁻²	3,39 bcd	13,55 de	4,64 bc
13- 50 % de fertilizante mineral + 0,75 kg de HMA.m ⁻²	3,21 cdef	13,99 bcd	4,57 bcd
14- 50 % de fertilizante mineral + 1,00 kg de HMA.m ⁻²	2,89 f	13,60 cde	3,37 f
15- 50 % de fertilizante mineral +1,25 kg de HMA.m ⁻²	2,98 ef	13,74 bcde	3,37 f
Es +/-	0,112	0,15	0,180
CV %	14,94	7,16	13,61

Los tratamientos 1, 4, 7 y 8, presentaron diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos, estos resultados pueden estar dados ya que al existir un suministro adecuado de nutrientes y una colonización eficiente HMA-planta ocurre un mayor crecimiento y desarrollo en ellas, estos resultados coinciden con los alcanzados en plantas de begonia cuando se inocularon con HMA incrementándose fuertemente el crecimiento de las mismas (13).

En la longitud del tallo todos los tratamientos obtuvieron valores óptimos dentro del rango establecido (10), los mejores resultados se alcanzaron con los tratamientos 3, 4 y 7 sin diferencias estadísticas entre ellos y sí con el resto de los tratamientos. Estos resultados pueden estar relacionados con la existencia de una buena colonización de HMA que favoreció la nutrición mineral de las plantas, al aumentar la superficie de absorción radical y la exploración del suelo, lo que provoca un mayor desarrollo de las mismas (14).

En plantas de aguacate se obtuvo respuesta a la inoculación con las diferentes especies de HMA, el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento fue evidente comparado contra el control, alcanzando un mayor crecimiento de las plantas en los tratamientos donde se aplicaron las cepas de hongos micorrízicos (15).

En cuanto al área foliar, los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 7 (75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻²), sin diferencias estadísticas con el tratamiento testigo y sí con el resto de los tratamientos, resultados similares se alcanzaron en el cultivo del café (16).

La Tabla II refleja que la relación masa fresca/masa seca de la planta, tuvo un mejor comportamiento en los tratamientos 7 (75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻²) y 15 (50 % de fertilizante mineral

+1,25 kg de HMA.m⁻²) estos resultados pueden estar dados por los efectos positivos de las micorrizas en la toma de nutrientes de las plantas, mediante el aumento de la superficie del área de absorción, las raíces micorrizadas pueden obtener más nutrientes que las raíces no micorrizadas, resultados similares se alcanzaron cuando se inocularon plantas de begonia, donde se observó respuesta del cultivo a la aplicación del biofertilizante micorrizógeno (13).

Las plántulas mejor nutridas acumulan mayor contenido de materia seca aspecto que las favorece durante el período del semillero y las hace más resistentes al estrés postrasplante. En plantas de pimiento los beneficios de la simbiosis micorrízica, permitió una mayor absorción de agua y nutrientes y contribuyó más eficientemente a su funcionamiento (17).

La variante 7 (75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻²) fue la de mayor rendimiento de plántulas útiles.m² sin diferencias estadísticas con el tratamiento testigo y sí con los demás tratamientos, estos resultados concuerdan con los obtenidos en el cultivo del maíz y en el cultivo del banano (6, 18).

La frecuencia de la colonización micorrízica alcanzó su mejor resultado en el tratamiento (7) 75 % de la fertilización mineral + 0,50 kg de HMA.m⁻², con diferencias estadísticas respecto a los demás. Este resultado puede estar relacionado con el contenido de nutrientes del suelo ya que este influye directamente sobre la eficiencia de la micorrización, en un suelo con una alta disponibilidad de nutrientes, esta se inhibe (7). Por otra parte, en el cultivo de la canavalia al analizar los indicadores del comportamiento de la simbiosis micorrízica, se observó un efecto de la inoculación con cepas de HMA sobre el porcentaje de colonización de las raíces, destacando la acción positiva de la acumulación de nutrientes en los tratamientos inoculados con HMA (3).

Tabla II. Efecto de los tratamientos en la relación masa fresca/masa seca, rendimiento de plántulas/m² y la colonización micorrizógena

Tratamientos	Relación MF/MS	Rendimiento/m ²	Frecuencia de la colonización (%)
1- 100 % de fertilizante mineral (testigo)	18,92 cde	348 ab	22,50 i
2- 100 % de fertilizante mineral+ 0,50 kg de HMA.m ⁻²	20,60 bcd	345 cd	25,33 h
3- 100 % de fertilizante mineral+ 0,75 kg HMA.m ⁻²	25,29 a	346 bc	27,33 ef
4- 100 % de fertilizante mineral +1,00 kg de HMA.m ⁻²	17,48 de	344 d	27 g
5- 100 % de fertilizante mineral + 1,25 kg de HMA.m ⁻²	20,41 bcd	344 cd	28,66 f
6- 75 % de fertilizante mineral	19,77 cd	288 g	22,66 i
7- 75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m ⁻²	12,26 f	349 a	48,66 a
8- 75 % de fertilizante mineral + 0,75 kg de HMA.m ⁻²	19,65 cd	296 e	42,33 b
9- 75 % de fertilizante mineral + 1,00 kg de HMA.m ⁻²	21,42 bcd	296 f	32,66 e
10- 75 % de fertilizante mineral+ 1,5 kg de HMA.m ⁻²	19,79 cd	298 e	35,33 d
11- 50 % de fertilizante mineral	19,05 cde	217 k	22,33 i
12- 50 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m ⁻²	23,87 ab	273 h	38 c
13- 50 % de fertilizante mineral + 0,75 kg de HMA.m ⁻²	22,20 abc	275 h	38 c
14- 50 % de fertilizante mineral+ 1,00 kg de HMA.m ⁻²	15,73 ef	271 j	37c
15- 50 % de fertilizante mineral +1,25 kg de HMA.m ⁻²	13,64 f	277 i	37,66 c
Es +/-	1,20	1,59	0,53
CV %	20,71	12,79	24,26

CONCLUSIONES

- ♦ Con la utilización de hongos micorrízicos se puede disminuir la dosis de fertilizante mineral a 310,50 g.m⁻².
- ♦ La aplicación de 310,50 g.m⁻² de fertilizante mineral y 0,50 kg de HMA.m⁻² de suelo influye positivamente en las variables, diámetro y longitud del tallo; masa fresca y seca; área foliar; rendimiento de plántulas útiles/m² y el porcentaje del incremento de colonización micorrízica.

RECOMENDACIÓN

Aplicar 310,50 g de fertilización mineral y 0,50 kg de HMA por metro cuadrado de suelo en la producción de plántulas de tabaco en semilleros tradicionales.

REFERENCIAS

1. Sánchez, C.; Caballero, D.; Cupull, R.; González, C.; Urquiaga, S. y Rivera, R. Los abonos verdes y la inoculación micorrízica de plántulas de *Coffea arabica* sobre suelos Cambisoles gléyicos. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 1, p. 25-30.
2. Terry, Elein; Leyva, A. y Díaz, María M. Biofertilizantes y productos bioactivos, alternativas para la asociación maíz-tomate, en el período temprano de siembra. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 2, p. 5-11.
3. Martín, Gloria M.; Arias, Lianne y Rivera, R. Selección de las cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) más efectivas para la *Canavalia ensiformis* cultivada en suelo Ferralítico Rojo. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 1, p. 27-31.
4. Graham, J. H. What do root pathogens see in mycorrhizas?. *New Phytol.*, 2001, no. 149, p. 357-359.
5. Ferrera-Cerrato, R. y Alarcón, A. Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. In: Memoria Simposio de Biofertilización (eds). Río Bravo, Tampa, México. 2004. p. 1-9.
6. Simó, J.; Ruiz, L.; Rivera, R.; Varela, M.; Fundora, O.; Oliva, M.; Carvajal, D.; Morales, O.; García, J.; Lago, Y. y García, O. Contribución micorrízica en los sistemas integrados de nutrición y fertilización de bananos en Cuba. En: Congreso Científico del INCA (16:2008, nov 24-28, La Habana). Memorias. CD – ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. ISBN 978-959-16-0953-3. 2008.
7. Rivera, R.; Fernández, F.; Hernández, A.; Martín, J. R. y Fernández, Kalyanne. Bases científico-técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente. Ed. Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: el Caribe. INCA, La Habana, 2003, 166 p.
8. GEOCUBA. Atlas General y de Cuba. La Habana Ed: GEO. 1998, 124 p.
9. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y Rivero, L. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. Suelos, Ed: AGRINFOR, La Habana, 1999. 64 p.
10. MINAG, Ministerio de la Agricultura, Cuba. Manual técnico para la producción de posturas de tabaco. La Habana: Ed. AGRINFOR, 2001. 76 p.
11. Fristyk, A. Selección y ennoblecimiento de las variedades de tabaco. La Habana: Ed. Ciencia y Técnica. 1969. 131 p.
12. Giovannetti, M. y Mosse, B. An evaluation of technique for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 1980, vol. 84, p. 489-500.
13. Morales, C.; Calaña, J. M.; Corbera, J. y Rivera, R. Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en *Begonia* sp. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 2, p. 17-22.
14. Gamper, H.; Hartwig, V. A. y Leuchtmann, A. Mycorrhizas improve nitrogen nutrition of *Trifolium repens* after eight years of selection under elevated atmospheric mycorrhiza interfaces. *New Phytologist*, 2007, vol. 173, no. 1, p. 11-26.
15. Fundora, L. R.; Rivera, R.; Martín, J. V.; Calderón, A. y Torres, A. Utilización de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de portainjertos de aguacate en un sustrato suelo-cachaza. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 2, p. 23-29.
16. Montilla, E.; Rivera, R.; Herrera, R. y Fernández, F. Caracterización espacial-temporal de la micorriza nativa de dos plantaciones de café en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2005, vol. 26, no. 4, p. 5-12.
17. Montero, L.; Duarte, Carmen; Cun, R.; Cabrera, J. A. y González, P. J. Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* l. var. Verano 1) cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 3, p. 11-14.
18. Martín, Gloria M.; Rivera, R.; Arias, L.; Rentería, M. Inoculación de una cepa de HMA en la canavalia y su efecto residual en el cultivo del maíz. En: Congreso Científico del INCA (17:2010, nov 22-26, La Habana). Memorias. CD–ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. ISBN 978-959- 7023-48-7. 2010.

Recibido: 28 de junio de 2012

Aceptado: 28 de febrero de 2013

¿Cómo citar?

Cruz Hernández, Yoanna; García Rubido, Milagro; León González, Yarielis y Acosta Aguiar, Yenssi. Influencia de la aplicación de micorrizas arbusculares y la reducción del fertilizante mineral en plántulas de tabaco. *Cultivos Tropicales*, 2014, vol. 35, no. 1, p. 21-24.